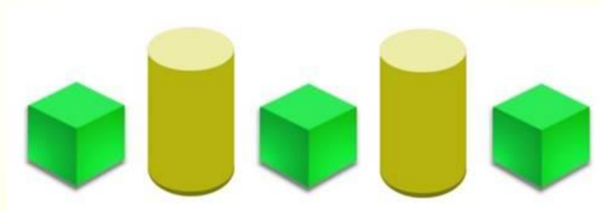
Betontechnológiai Szakirányú Továbbképzés

MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS

MŰEGYETEM 1782

A BETON JELE
különös tekintettel a nyomószilárdságra
az MSZ EN 1990 és MSZ EN 1992 Eurocode 2 szabvány szerint



Budapest, 2020. április 27.

Dr. Kausay Tibor, BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék

Távoktatási tananyag

Tisztelt Hölgyek és Urak!

A betontechnológiában a nyomószilárdságnak nagy a jelentősége, ami abban is megmutatkozik, hogy a beton jelében első helyen a nyomószilárdsági osztály jele áll.

Nyomó-szilárd-sági osztály	Kör-nyezeti osztály	Leg-nagyobb szem-nagyság, mm	Konzisz-tencia	Tervezési élet-tartam	Szabvány száma
C30/37	– XC3 –	24 –	F3	– 100 év –	MSZ 4798:2016

Az Európai Parlament és az EU Tanácsa építési termékek forgalmazására vonatkozó harmonizált feltételek megállapításáról szóló 2011. március 9-i 305/2011/EU rendeletének I. melléklete szerint

az építménynek mind egészükben, mind különálló részeikben meg kell felelniük a rendeltetés szerinti használhatóság következő alapvető követelményeinek:

1. Mechanikai szilárdság és állékonyság;
2. Tűzbiztonság;
3. Higiénia, az egészség- és a környezetvédelem;
4. Biztonságos használat és akadálymentesség;
5. Zajvédelem;
6. Energiatakarékosság és hővédelem;
7. Természeti erőforrások fenntartható használata.

A TARTÓSZERKEZETI BETONOK olyan betonok, amelyek szilárdsági tulajdonságaik folytán alkalmasak az **Eurocode** szabványok szerint tervezett **beton-, vasbeton-, és feszített vasbeton-szerkezetek** készítésére.

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 1990 :2011
Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 1992-1-1 :2010
Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése
1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 1992-1-2 :2013
Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése
1-2. rész: Általános szabályok. Szerkezetek tervezése tűzhatásra

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 1992-2 :2009
Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése
2. rész: Betonhidak. Tervezési és szerkesztési szabályok

A TARTÓSZERKEZETI BETONOK olyan betonok, amelyek szilárd...ági

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 1990 :201...

Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai

MAGYAR SZABVÁNY MS...

Eurocode 2: Betonszerkezet...

1-1. rész: Általános és az épüle...

MAGYAR ... MSZ EN 1992-1-2 :2013

...ek tervezése

... Szerkezetek tervezése tűzhatásra

MA... SZABVÁNY MSZ EN 1992-2 :2009

Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése

2. rész: Betonhidak. Tervezési és szerkesztési szabályok

...kal- masak az **Eurocode** szabványok szerint tervezett **beton-, vasbeton-, és feszített vasbeton-szerkezetek** készítésére.

Más szóval az MSZ EN 1990 és MSZ EN 1992 Eurocode 2 szabvány szerint tervezett betonszerkezetek betonját tartószerkezeti betonnak nevezzük.

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 1990

Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai

1.5.2.8.

tervezési élettartam (design working life)

Az a feltételezett időtartam, melynek során a tartószerkezet vagy annak egy része az előirányzott fenntartás mellett, de jelentős javítási munkák nélkül, a tervezett rendeltetésének megfelelően használható.

Az MSZ EN 1990 Eurocode szabvány 2.1. táblázata szerint a tartószerkezeti betonoknak az előírt tervezési élettartamtól függő öt osztálya van.

2.1. táblázat: Tervezési élettartamok

Osztály	Előírt tervezési élettartam (év)	Példák
1.	10	Ideiglenes tartószerkezetek [1]
2.	10–25	Cserélhető tartószerkezeti részek, például darupályatartók, saruk
3.	15–30	Mezőgazdasági és hasonló tartószerkezetek
4.	50	Épületek tartószerkezetei és egyéb szokásos tartószerkezetek
5.	100	Monumentális épületek tartószerkezetei, hidak és más építőmérnöki szerkezetek

(1) Az olyan tartószerkezeteket vagy azok részeit, melyek újrafelhasználás céljából szétszerelhetők, nem kell ideiglenes szerkezetnek tekinteni.

Monumentális épületek

Az MSZ EN 1990:2011 tartószerkezet tervezési szabvány 2.1. táblázatában a 100 év tervezési élettartamú (5. osztály) építmények egyik példájaként szereplő kifejezés, amelyben a monumentális jelző korántsem az épületszerkezetek vagy épületek óriási, hatalmas méreteire (*Bakos* 1973), hanem – a hidakhoz és más építőmérnöki szerkezetekhez hasonlóan – az épületek, illetve építmények jelentőségére, értékére, tartósságára utal.

A tartószerkezeti betonféleségeket – az MSZ EN 1990:2011 szabvány 2.3. szakasza szerinti tervezési élettartam osztályoknak megfelelően – jellegük alapján összefoglaló névvel a *következő diakockán szereplő táblázat* jobb oszlopa szerint nevezhetjük; ezzel utalva arra is, hogy *az élettartam éveket elvontan kell felfogni, azok tulajdonképpen a tartószerkezet tartósságának tervezési modellbeli fokozatai*.

A tartószerkezetek fogalmát tágabban, teherhordó, teherbíró szerkezetként értelmezve **a pályaburkolatok is beilleszthetők az Eurocode tervezési élettartam osztályaiba:**

- a *repülőtéri fel- és leszállópályák, repülőtéri gurulóutak* betonburkolata a legalább 100 év tervezési élettartamú tartószerkezetek 5. osztályába tartozónak tekinthetők,

- a jelentősebb beton-útpályaburkolatok (*autópályák, főközlekedési utak* betonburkolata) a legalább 50 év tervezési élettartamú tartószerkezetek 4. osztályába tartozónak,

- az *egyéb beton-útpályaburkolatok és az ipari padlóbetonburkolatok* a legalább 30 év tervezési élettartamú tartószerkezetek 3. osztályába tartozónak tekinthetők.

Tervezési élettartamok (MSZ EN 1990:2011 Eurocode 2 szabvány)			Tervezési élettartam osztályok tartószerkezeti betonjai
Terve-zési élet-tartam osztály	Előírt tervezési élet-tartam, év, legalább	Példák A feszített vasbetonszerkezeteket és azok betonját az építmény jellegétől függetlenül az 5. osztályba kell sorolni, és tervezési élettartamukat 100 évnek kell tekinteni.	
1.	10	Ideiglenes tartószerkezetek. Az olyan tartószerkezeteket vagy azok részeit, amelyek újrafelhasználás céljából szétszerelhetők, és várhatóan újra fel is fogják használni, nem helyes ideiglenes szerkezetnek tekinteni. Nem szabad ideiglenes tekinteni az olyan kiegészítő szerkezeteket (például autópálya melletti, közel álló zajvédő falelemeket), amelyek cseréje a forgalom leállításával jár.	Ideiglenes tartószerkezetek betonja.
2.	10-25	Cserélhető tartószerkezeti részek, például darupálya tartók, saruk.	Cserélhető tartószerkezeti elemek betonja
3.	15-30	Mezőgazdasági és hasonló tartószerkezetek.	Mezőgazdasági tartószerkezetek betonja, Útpályabetonok, Padlóbetonok
4.	50	Épületek tartószerkezetei és egyéb szokásos tartószerkezetek.	Épületszerkezeti betonok, Autópályabetonok, Főútpályabetonok
5.	100	Monumentális épületek tartószerkezetei, hidak és más építőmérnöki szerkezetek.	Hídszerkezeti betonok, Repülőtéri pályabetonok

Tervezési élettartam

A tervezési élettartam előírt, követelmény érték. Időtartam, amely alatt elvárják, hogy a szerkezetbe épített beton megfelelő fenntartás mellett, de jelentős javítási munkák nélkül, tervezett rendeltetésének megfelelően használható.

Használati élettartam

A használati élettartam tényleges, tapasztalati érték. Időtartam, amely alatt a szerkezetbe épített beton megfelelő fenntartás mellett, de jelentős javítási munkák nélkül, tervezett rendeltetésének megfelelően használható.

A tervezési és a használati élettartam fogalma természetesen nem azonos a szavatossági vagy a jótállási idő fogalmával.

Tartósság

A tartós beton használati élettartama nagyobb, vagy legalább akkora, mint a tervezési élettartam.

A tartószerkezeti betonok – köztük a hídszerkezeti betonok – szempontjából alapvetés, hogy az *MSZ EN 1990 Eurocode szabvány 6.4.2. szakasza* értelmében a tartószerkezeti elem állékonysága és szilárdsága akkor megfelelő, ha a szerkezei elem teherbírásának tervezési értéke (R_d) legalább akkora vagy nagyobb, mint az igénybevételek tervezési értéke (E_d):

$$E_d \leq R_d$$

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 1990

Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai

(3)P Egy keresztmetszet, egy tartószerkezeti elem vagy egy kapcsolat törési vagy túlzott alakváltozás bekövetkezte miatti határállapotának (STR és/vagy GEO) vizsgálata során igazolni kell, hogy:

$$E_d \leq R_d \tag{6.8.}$$

ahol:

E_d az igénybevételek tervezési értéke, úgymint belső erő, nyomaték, vagy a belső erőket, nyomatékokat tartalmazó vektormennyiség;

R_d a megfelelő ellenállás tervezési értéke.

R_d = teherbírásának tervezési értéke **E_d = igénybevételek tervezési értéke**

A szerkezeti elemek tervezési értékének ezen általános összefüggése ($R_d \geq E_d$) beton-, vasbeton- és feszített vasbetonszerkezetek betonjára az MSZ EN 1992-1-1 szabvány 3.1.6. szakaszának (1)P bekezdése szerint a következő alakot ölti:

$$f_{ck,cyl,test} \geq f_{ck,cyl} \geq f_{cd} = \frac{\gamma_C}{\propto_{cc}} \times \sigma_{cu} \quad [N/mm^2]$$ **, ahol:**

$f_{ck,cyl,test}$ = a ∅150×300 mm méretű, laboratóriumi sablonban készített, kizsaluzás után végig víz alatt tárolt és vizes állapotú, *nem csiszolt* nyomott felületű, 28 napos korú beton próbahengerek nyomószilárdságának *tapasztalati* (mért) jellemző (karakterisztikus) értéke, [N/mm²], (MSZ 4798)

$f_{ck,cyl}$ = a ∅150×300 mm méretű, laboratóriumi sablonban készített, kizsaluzás után végig víz alatt tárolt és vizes állapotú, *nem csiszolt* nyomott felületű, 28 napos korú beton próbahengerek nyomószilárdságának *előírt* jellemző (karakterisztikus) értéke, amely vasbeton esetén csak a 20, 25, 30, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90 és 100 N/mm² valamelyike lehet, (MSZ EN 1992-1-1 szabvány 3.1.2. szakasza és a 3.1. táblázat)

megismételve az összefüggést:

$$f_{ck,cyl,test} \geq f_{ck,cyl} \geq f_{cd} = \frac{\gamma_C}{\alpha_{cc}} \times \sigma_{cu} \quad [N/mm^2]$$, **ahol:**

f_{cd} = a beton – ∅150×300 mm méretű, laboratóriumi sablonban készített, kizsaluzás után végig víz alatt tárolt és vizes állapotú, *nem csiszolt* nyomott felületű, 28 napos korú beton próbahengerek értelmezett – nyomószilárdságának teherbírási tervezési értéke, [N/mm²], (MSZ EN 1992-1-1 szabvány 3.1.6. szakasza)

A nyomószilárdság teherbírási tervezési értékének (f_{cd}) fogalma lényegében megfelel a régebben (az európai szabványok bevezetése előtti időkben) „beton nyomóhatárfeszültségnek" nevezett fogalomnak, amelynek a jele σ_{bH} volt.

σ_{cu} = a beton – az igénybevételből számított, a fajlagos törési összenyomódáshoz tartozó – nyomófeszültsége, [MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány 1.6. szakasza], N/mm²

és még egyszer:

$$f_{ck,cyl,test} \geq f_{ck,cyl} \geq f_{cd} = \frac{\gamma_C}{\propto_{cc}} \times \sigma_{cu} \quad [N/mm^2],$$

ahol:

γ_C = a beton biztonsági (parciális) tényezője osztott biztonsági tényezős méretezési eljárás mellett, amelynek értéke tartós és ideiglenes beton-, vasbeton- és feszített vasbetonszerkezetek esetén γ_C = 1,5, (MSZ EN 1992-1-1 szabvány 2.4.2.4. szakasz, 2.1.N táblázat)

α_{cc} = tartós szilárdsági tényező

A beton σ_{cu} nyomófeszültségének a tartós szilárdság figyelembevételére szolgáló osztója, amelynek értéke (MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány 3.1.6. szakaszának (1)P bekezdése és NA2.2.1. szakasza alapján Magyarországon legfeljebb

- **az 50 év tervezési élettartamú szerkezetek esetén α_{cc} = 1,00;**
- **az 50 évnél nagyobb tervezési élettartamú szerkezetek esetén α_{cc} = 0,85.**

Ha a beton szilárdságát *t* > 28 napos korban határozzák meg, akkor az α_{cc} tényezőt a nemzeti mellékletben található k_t tényezővel megszorozva csökkenteni kell (MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány 3.1.2. szakaszának (4) bekezdése szerint).

Rövidebben: α_{cc} = tényező a tartós terhelés beton-nyomószilárdságra gyakorolt hatásának és a terhelés módjából származó kedvezőtlen hatásoknak a figyelembevételére, (MSZ EN 1992-1-1 szabvány NA8.1. nemzeti előírás a szabvány 3.1.6. szakaszához)

MSZ EN 1992-1-1:2010 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és épületekre vonatkozó szabályok

3.1. táblázat: A betonok szilárdsági és alakváltozási jellemzői

Betonszilárdsági osztályok															Analitikus összefüggés/magyarázat
f_{ck} [MPa]	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	
$f_{ck,cube}$ [MPa]	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105	
f_{cm} [MPa]	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98	$f_{cm}=f_{ck}+8$ [MPa]

Az MSZ EN 1992-1-1 szabvány 3.1. táblázata szerint a ∅150×300 mm méretű, laboratóriumi sablonban készített, kizsaluzás után végig víz alatt tárolt és vizes állapotú, nem csiszolt nyomott felületű, 28 napos korú beton próbahengerek előírt átlagos nyomószilárdsága:

$$f_{cm,cyl} = f_{ck,cyl} + 8\ \mathrm{N/mm^2},$$

amelyből: $f_{ck,cyl} = f_{cm,cyl} - 8\ \mathrm{N/mm^2}$ **és**

$$f_{ck,cyl,test} = f_{cm,cyl,test} - 8 \geq f_{cm,cyl} - 8 \geq$$

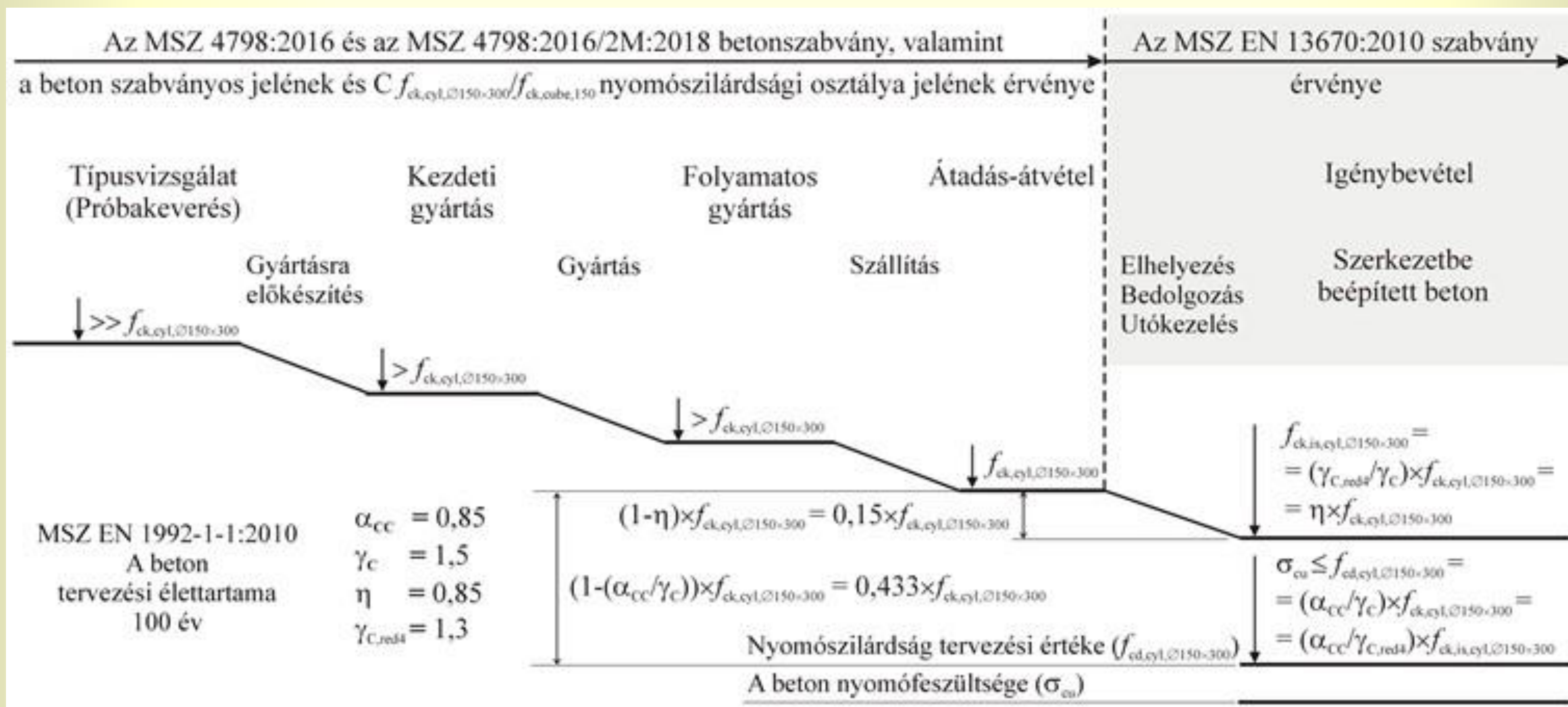
$$\geq f_{cd} = \frac{\gamma_c}{\alpha_{cc}} \times \sigma_{cu}\ \ [\mathrm{N/mm^2}],$$

majd ebből egyenletrendezéssel a ∅150×300 mm méretű, laboratóriumi sablonban készített, kizsaluzás után végig víz alatt tárolt és vizes állapotú, *nem csiszolt* nyomott felületű, 28 napos korú beton próbahengerek nyomószilárdságának tapasztalati (mért) átlagértéke:

$$f_{\mathrm{cm,cyl,test}} \geq f_{\mathrm{cm,cyl}} = f_{ck,cyl} + 8 \geq f_{cd} + 8 =$$

$$= \frac{\gamma_{\mathrm{c}}}{\alpha_{\mathrm{cc}}} \times \sigma_{\mathrm{cu}} + 8 \ [\mathrm{N/mm^2}]$$

A beton nyomófeszültségének (σ_{cu}) és előírt jellemző (karakterisztikus) értékének ($f_{ck,cyl,Ø150×300}$) kapcsolata az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) és MSZ 4798:2016 szabvány szerint



HÍDSZERKEZETI BETONOK,
mint a tartószerkezeti betonok egyik csoportja

Az Eurocode alapján tervezett közúti hidak építésére alkalmas – az MSZ EN 1990 Eurocode szabvány 2.1. táblázata szerint a tartószerkezeti betonok tervezési élettartam szerinti 5. osztályába tartozó – 100 év tervezési élettartamú hídszerkezeti beton ezen útügyi műszaki előírás szerinti tartószerkezeti beton. Az MSZ EN 1992-1-1 szabvány 3.1.6. szakaszához tartozó NA8.1. nemzeti előírás szerint a tartós terhelések hatás tényezőjének értéke 100 év tervezési élettartamú szerkezetek esetén α_{cc} = 0,85. Ennek megfelelően a hídszerkezeti betonok tapasztalati (mért) nyomószilárdságának átlagértéke:

$$f_{\mathrm{cm,cyl,test}} \geq f_{\mathrm{cm,cyl}} = f_{ck,cyl} + 8 \geq f_{cd} + 8 =$$

$$= \frac{\gamma_{\mathrm{c}}}{\alpha_{\mathrm{cc}}} \times \sigma_{\mathrm{cu}} + 8 = 1{,}765 \times \sigma_{\mathrm{cu}} + 8 \;\; [\mathrm{N/mm^2}]$$

megismételve az összefüggést:

$$f_{\text{cm,cyl,test}} \geq f_{\text{cm,cyl}} = f_{ck,cyl} + 8 \geq f_{cd} + 8 =$$

$$= \frac{\gamma_c}{\alpha_{cc}} \times \sigma_{cu} + 8 = 1,765 \times \sigma_{cu} + 8 \ [\text{N/mm}^2]$$

Például, *ha*

- **a beton nyomófeszültsége σ_{cu} = 16,5 N/mm², *akkor***
- **a nyomószilárdság tervezési értéke**
  $f_{cd} = 1,765 \times \sigma_{cu}$ = 29,1 N/mm², majd
- **$f_{ck,cyl}$ = 30,0 N/mm² és $f_{cm,cyl}$ = 38,0 N/mm².**

E beton Eurocode 2 szerinti nyomószilárdsági osztályának jele az MSZ EN 1992-1-1 Eurocode 2 szabvány 3.1. táblázata értelmében: C30/37.

A példabeli hídszerkezeti beton akkor sorolható az Eurode 2 szerinti C30/37 nyomószilárdsági osztályba, ha a mért (tapasztalati) nyomószilárdságának átlaga ($f_{cm,cyl,test}$) eléri az előírt $f_{cm,cyl}$ = 38,0 N/mm² értéket.

Környezeti feltételek **teljesítése**

Megfelelő *névleges betonfedés*

TARTÓSSÁG

Megfelelő *betonösszetétel*

Megfelelő *tömörség és szilárdság*

c_{nom} Δc_{dev} c_{min}

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

A betonfedés szükséges mértékéről a - tulajdonképpen tartalom nélküli - szerkezeti osztályok adnak tájékoztatást.

Az építmények szerkezeti osztálya az MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány – „Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok” – 4.4.1.2. szakasza szerinti fogalom.

Az előírt névleges betonfedés (c_{nom}) az előírt legkisebb betonfedés (c_{min}) és a kötelező ráhagyás (Δc_{dev}, a „dev” index az eltérésre „deviation” utal) összege: $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$

A szerkezeti terveken általában a névleges betonfedés értékét kell feltüntetni.

Az adalékanyag legnagyobb szemnagyságának (D_{max}) értéke nem lehet nagyobb, mint a következő három adat közül a legkisebb:

- **a szerkezetrész legkisebb méretének *egyharmada*;**
- **a névleges betonfedés, c_{nom} *kétharmada*;**
- **az acélbetétek egymástól való legkisebb távolságának (a legkisebb szabad nyílásnak) *kétharmada*.**



Szerkezeti osztályok táblázatainak áttekintő ábrája

A körben lévő számok a feltétel-csoportok sorszámai.

Az ábra jobboldala lényegében a korszerű telepített üzemben **előregyártott** vasbeton vagy feszített vasbeton szerkezeti elemek és termékek betonjára, **az ábra bal oldala** lényegében a **monolit vasbeton** szerkezetek betonjára és az építéshelyen előregyártott vasbeton vagy feszített vasbeton szerkezetek és szerkezeti elemek betonjára vonatkozik.

① jelű feltétel-csoport	-	a beton- és szerkezetgyártás minőségellenőrzése *nem kiemelt szintű* és
	-	a beton *nem lemezalakú* szerkezeti elem részére készül és
	-	az erőtani számítás szerint szükséges („erőtani”) nyomószilárdsági osztály *nem nagyobb* legalább két fokozattal a környezeti osztály szerint szükséges nyomószilárdsági osztálynál és
	-	az adalékanyag legnagyobb szemnagysága *legfeljebb 32 mm*.

Tervezési élettartam:	< 50 év	Szerkezeti osztály:	S3
Tervezési élettartam:	50 év	Szerkezeti osztály:	S4
Tervezési élettartam:	100 év	Szerkezeti osztály:	S6

ha a környezeti osztályhoz tartozó „erőtani” nyomószilárdsági osztály legfeljebb a következő:

Környezeti osztály	X0v(H)	XC1	XC2	XC3	XC4
Az „erőtani” nyomószilárdsági osztály, legfeljebb	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C35/45
Környezeti osztály	XD1, XS1	XD2, XD3, XS2, XS3	XF1	XF2	XF2(H)
Az „erőtani” nyomószilárdsági osztály, legfeljebb	C35/45	C40/50	C35/45	C30/37	C40/50
Környezeti osztály	XF3	XF3(H)	XF4	XF4(H)	XA1, XA2
Ha az „erőtani” nyomószilárdsági osztály, legfeljebb	C35/45	C45/55	C35/45	C45/55	C35/45
Környezeti osztály	XA3	XA4(H), XA5(H)	XA6(H)	XK1(H)	XK2(H)
Az „erőtani” nyomószilárdsági osztály, legfeljebb	C40/50	C35/45	C40/50	C35/45	C40/50
Környezeti osztály	XK3(H)	XK4(H)	XV0(H)	XV1(H)	XV2(H), XV3(H)
Az „erőtani” nyomószilárdsági osztály, legfeljebb	C45/55	C50/60	C30/37	C30/37	C35/45

② jelű feltétel-csoport	- a beton- és szerkezetgyártás minőségellenőrzése *nem kiemelt szintű* és - a beton *lemezalakú* szerkezeti elem részére készül és - az erőtani számítás szerint szükséges („erőtani") nyomószilárdsági osztály *nem nagyobb* legalább két fokozattal a környezeti osztály szerint szükséges nyomószilárdsági osztálynál és - az adalékanyag legnagyobb szemnagysága *legfeljebb 32 mm*.	
③ jelű feltétel-csoport	- a beton- és szerkezetgyártás minőségellenőrzése *kiemelt szintű* és - a beton *nem lemezalakú* szerkezeti elem részére készül és - az erőtani számítás szerint szükséges („erőtani") nyomószilárdsági osztály *nem nagyobb* legalább két fokozattal a környezeti osztály szerint szükséges nyomószilárdsági osztálynál és - az adalékanyag legnagyobb szemnagysága *legfeljebb 32 mm*.	

Tervezési élettartam:	< 50 év	Szerkezeti osztály:	S2
Tervezési élettartam:	50 év	Szerkezeti osztály:	S3
Tervezési élettartam:	100 év	Szerkezeti osztály:	S5

ha a környezeti osztályhoz tartozó „erőtani" nyomószilárdsági osztály legfeljebb a következő:

Környezeti osztály	X0v(H)	XC1	XC2	XC3	XC4
Az „erőtani" nyomószilárdsági osztály, legfeljebb	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C35/45
Környezeti osztály	XD1, XS1	XD2, XD3, XS2, XS3	XF1	XF2	XF2(H)
Az „erőtani" nyomószilárdsági osztály, legfeljebb	C35/45	C40/50	C35/45	C30/37	C40/50
Környezeti osztály	XF3	XF3(H)	XF4	XF4(H)	XA1, XA2
Ha az „erőtani" nyomószilárdsági osztály, legfeljebbb	C35/45	C45/55	C35/45	C45/55	C35/45
Környezeti osztály	XA3	XA4(H), XA5(H)	XA6(H)	XK1(H)	XK2(H)
Az „erőtani" nyomószilárdsági osztály, legfeljebb	C40/50	C35/45	C40/50	C35/45	C40/50
Környezeti osztály	XK3(H)	XK4(H)	XV0(H)	XV1(H)	XV2(H), XV3(H)
Az „erőtani" nyomószilárdsági osztály, legfeljebb	C45/55	C50/60	C30/37	C30/37	C35/45

Az előírt legkisebb tartóssági betonfedések ($c_{min,dur}$) külön védelemmel el nem látott, MSZ EN 10080:2005 szerinti hegeszthető betonacélok esetén az MSZ 4798:2016 és MSZ 4798:2016/2M:2018 szabvány szerint

Szer-kezeti osz-tály	Környezeti osztály							
	X0v(H)	XC1	XC2 XC3 XV0(H)	XC4 XF1 XV3(H)	XD1 XS1 XF2 XF3 XA1 XK1(H)	XD2, XS2 XF2(H) XF3(H) XF4, XA2 XA4(H) XK2(H)	XD3, XS3 XF4(H) XA3 XA5(H) XV2(H) XK3(H)	XA6(H) XK4(H)
	Előírt legkisebb tartóssági betonfedés ($c_{min,dur}$), mm							
S1	10	10	10	15	20	25	30	35
S2	10	10	15	20	25	30	35	40
S3	10	10	20	25	30	35	40	45
S4	10	15	25	30	35	40	45	50
S5	15	20	30	35	40	45	50	55
S6	20	25	35	40	45	50	55	60

Megjegyzés:
- XN(H), X0b(H) és XV1(H) környezeti osztályú betonból vasbeton szerkezetet készíteni nem szabad (MSZ 4798:216 szabvány N melléklete), ezért jele ebben a táblázatban nem szerepel.
- Vasbeton szerkezet készítéséhez legalább C20/25 nyomószilárdsági osztályú betont kell alkalmazni.

Az **előírt legkisebb tartóssági betonfedések** ($c_{min,dur}$) prEN 10138-1:2000 szerinti **feszítőacélok esetén** az MSZ 4798:2016 és MSZ 4798:2016/2M:2018 szabvány szerint

Szer-kezeti osz-tály	Környezeti osztály						
	XC1	XC2 XC3 XV0(H)	XC4 XF1 XV3(H)	XD1 XS1 XF2 XF3 XA1 XK1(H)	XD2 XS2 XF2(H) XF3(H) XF4, XA2 XA4(H) XK2(H)	XD3 XS3 XF4(H) XA3 XA5(H) XK3(H)	XA6(H) XK4(H)
	Előírt legkisebb tartóssági betonfedés ($c_{min,dur}$), mm						
S1	15	20	25	30	35	40	45
S2	15	25	30	35	40	45	50
S3	20	30	35	40	45	50	55
S4	25	35	40	45	50	55	60
S5	30	40	45	50	55	60	65
S6	35	45	50	55	60	65	70

- XN(H), X0b(H), X0v(H), XV1(H) és XV2(H) környezeti osztályú betonból feszített vasbeton szerkezetet készíteni nem szabad (MSZ 4798:216 szabvány N melléklete), ezért jelük ebben a táblázatban nem szerepel.
- Feszített vasbeton szerkezet készítéséhez általában legalább C30/37, de inkább legalább C35/45 nyomószilárdsági osztályú betont kell alkalmazni.

A beton jelében második helyen a környezeti osztály vagy osztályok jele áll.

Nyomó-szilárd-sági osztály		Kör-nyezeti osztály		Leg-nagyobb szem-nagyság, mm		Konzisz-tencia	Tervezési élet-tartam	Szabvány száma
C30/37	–	XC3	–	24	–	F3	– 100 év –	MSZ 4798:2016

A környezeti osztályhoz adott legkisebb nyomószilárdsági osztály tartozik.

Környezeti osztály

A beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezeteket érő környezeti hatások osztálya, amelyek hatását a tartós szerkezetnek az üzemszerű használat és megfelelő karbantartás mellett, de jelentős javítási munkák nélkül a tervezési élettartam alatt, illetve azon túl is károsodás nélkül kell viselnie.

Példa a környezeti osztályok társítására	Beton nyomó-szilárdsági osztálya, legalább	Beton cement-, illetve hatékony kötőanyag - tartalma, kg/m³	Beton víz-cement, illetve víz-hatékony kötőanyag tényezője, legfeljebb	Friss beton átlagos összes levegő-tartalma, térfogat%
a) példa: XC4 – XF1 – XA2 – XV1(H) környezeti osztályú **vasbeton támfal** fagy- és olvasztósóálló, a talajvíz korrozív hatásának ellenálló, talajvíznyomásálló **kavicsbetonja**				
XC4	C30/37	≥ 300	0,50	Legfeljebb 1,0 térfogat%
XF1	C30/37	≥ 300	0,55	
XA2	C30/37	≥ 320	0,50	
XV1(H)	C25/30	≥ 300	0,55	
XC4 – XF1 – XA2 – XV1(H)	C30/37	≥ 320	0,50	

Példa a környezeti osztályok társítására	Beton nyomó-szilárdsági osztálya, legalább	Beton cement-, illetve hatékony kötőanyag-tartalma, kg/m^3	Beton víz-cement, illetve víz-hatékony kötőanyag tényezője, legfeljebb	Friss beton átlagos összes levegő-tartalma, térfogat%
b) példa: XF4 – XK2(H) – XV0(H) környezeti osztályú beton útszegélyelem fagy- és olvasztósó-, valamint kopásálló zúzottkőbetonja				
XK2(H)	C35/45	≥ 330	0,45	Legfeljebb 1,0 térfogat%
XV0(H)	C25/30	≥ 300	0,55	
XF4	C30/37	≥ 340	0,45	4,0 – 8,0 térfogat%
XC4 – XF1 – XA2 – XV1(H)	C35/45	≥ 340	0,45	

MÉRTÉKADÓ NYOMÓSZILÁRDSÁGI OSZTÁLY

Az erőtani számításból adódó szükséges nyomószilárdsági osztály nem feltétlenül esik egybe a környezeti feltételek szerint szükséges nyomószilárdsági osztállyal, amely esetben általában a nagyobb nyomószilárdsági osztályt kell mértékadónak tekinteni.

- **Ha a környezeti feltételek alapján szükséges nyomószilárdsági osztály kisebb, mint az erőtani számítás szerint szükséges nyomószilárdsági osztály, akkor az erőtani számítás szerinti nyomószilárdsági osztály a mértékadó.**
- **Ha az erőtani számítás szerint szükséges nyomószilárdsági osztály kisebb, mint a környezeti feltételek alapján szükséges nyomószilárdsági osztály, akkor abban az esetben, ha**
  - **az erőtani számítással megállapított szükséges nyomószilárdsági osztály a környezeti hatásoknak ellenálló beton készítéséhez nem elegendő, akkor a környezeti feltételek alapján a környezeti osztályok szerint szükséges nyomószilárdsági osztályt kell mértékadónak tekinteni;**
  - **az erőtani számítással megállapított szükséges nyomószilárdsági osztály a környezeti hatásoknak ellenálló beton készítéséhez elegendő, akkor az erőtani számítás eredménye alapján megállapított szükséges nyomószilárdsági osztályt lehet mértékadónak tekinteni.**

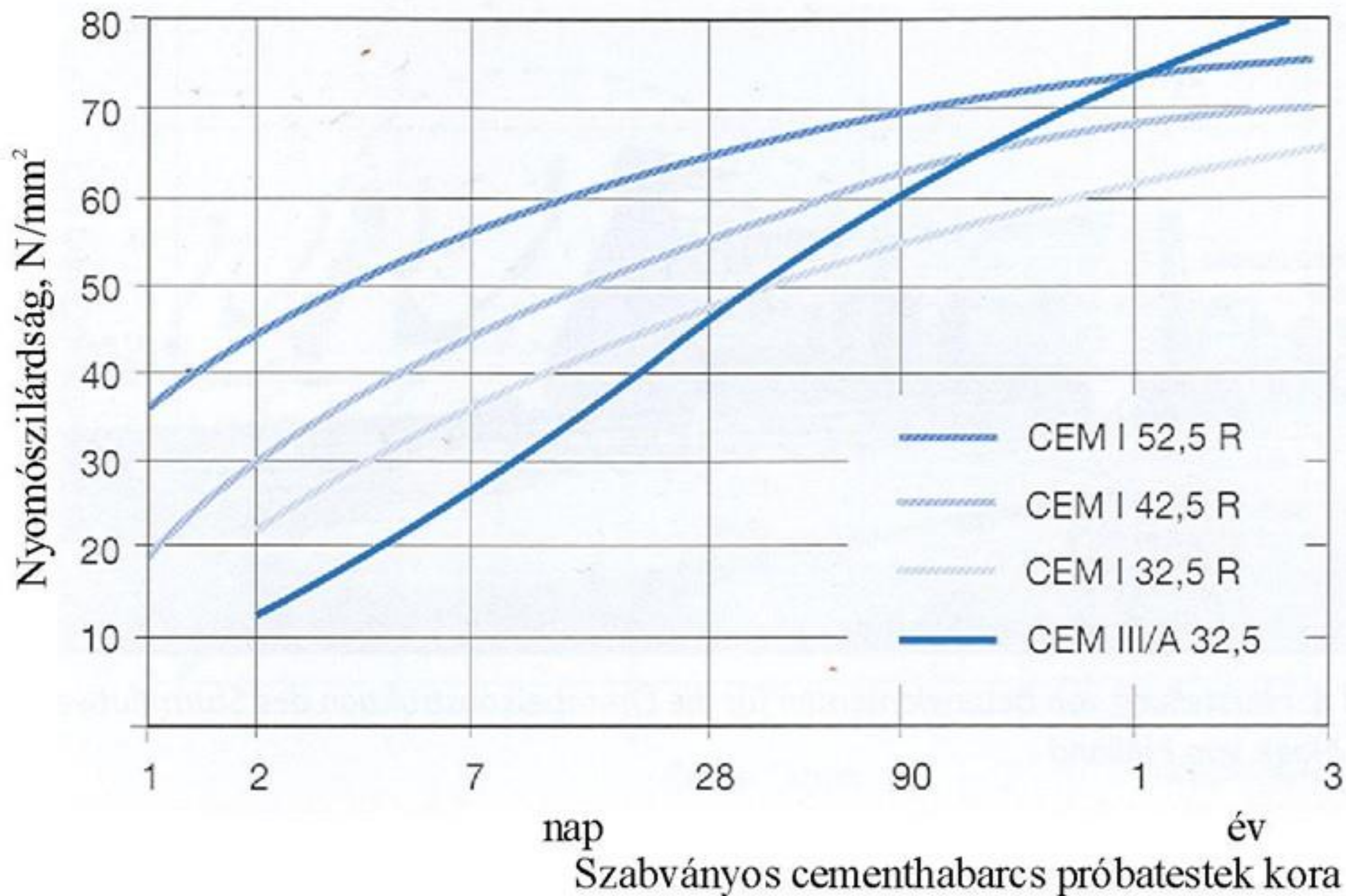
Magyarázat →

Annak, hogy – *annak ellenére, hogy a beton erőtani számítással meghatározott szükséges nyomószilárdsági osztálya kisebb, mint a környezeti feltételek alapján a környezeti osztályok társításából adódó nyomószilárdsági osztály* – az erőtani számítás eredménye alapján megállapított szükséges nyomószilárdsági osztály elegendő a környezeti hatásoknak a tervezett használati élettartam alatt ellenálló beton készítéséhez, jellegzetes példáját adhatja a CEM III jelű kohósalakcement (MSZ EN 197-1:2011) alkalmazása.

A portlandcementeknél lassabban szilárduló, de jelentős utószilárdulású CEM III/A kohósalakcement nyomószilárdsága 28 napos korban elmarad a CEM I fajtájú portlandcementek nyomószilárdságától, de egyéves korban az utóbbiakét általában már meg is haladja (*lásd a következő diakocka ábráját*).

Ezért feltételezhető, hogy a CEM III kohósalakcementtel gondosan készített és utókezelt beton nyomószilárdsági osztálya négy-öt hónapos korra eléri a 28 napos korú betonnak a környezeti feltételek alapján – a környezeti osztályok társításából adódó – szükséges nyomószilárdsági osztályát.

Nem kizárt tehát, hogy bizonyítható: CEM III kohósalakcement alkalmazása esetén az erőtani számítás eredménye alapján megállapított szükséges – *a környezeti osztály nyomószilárdsági követelményénél kisebb* –, 28 napos korra vonatkozó nyomószilárdsági osztály elegendő a környezeti hatásoknak a tervezett használati élettartam alatt ellenálló beton készítéséhez.



Cementek szilárdulási folyamata (*Rendchen. K.:* Hüttensandhaltiger Zement. Verlag Bau+Technik. Düsseldorf, 2002)

A környezeti osztályok követelményeinek érvényre juttatásához megfelelő építéshelyi konzisztencia szükséges

Ha a beton környezeti osztálya vagy szabványos jele szerinti, folyósító adalékszer nélküli beton konzisztenciája földnedvesebb (szárazabb) az elvárt építéshelyi bedolgozási konzisztenciánál, akkor a betonhoz folyósító adalékszert kell keverni. Az ilyen folyósító adalékszer nélküli, és *képlékenyítésre, folyósításra nem feltétlenül alkalmas* összetételű friss betont kiindulási betonnak nevezzük.

Az adalékszer nélküli kiindulási betont a megkövetelt legkisebb cementtartalom (c_{min}) és a megengedett legnagyobb víztartalom összetartozó, arányos növelésével lehet – a megengedett legnagyobb víz-cement tényező (x_{max}) megtartása mellett – lágyítani úgy, hogy a kiindulási beton konzisztenciája a folyósításhoz szükséges konzisztencia-tartományba kerüljön.

A folyósításhoz szükséges konzisztenciájúvá tett kiindulási beton víztartalma úgy érje el a képlékenyítéshez, folyósításhoz szükséges vízigényt, hogy a cementpép-mennyiség a megengedett tartományon belül maradjon.

Az MSZ 4798:2016 és MSZ 4798:2016/2M:2018 szabvány szerinti környezeti osztályokhoz tartozó **kiindulási betonok víztartalma** (keverővíztartalma)

Környezeti osztály	XN(H)	X0b(H)	X0v(H)	XC1	XC2	XC3	XC4
Víz-cement tényező, legfeljebb	0,90	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
Cementtartalom, legalább, kg/m^3	165	230	250	260	280	280	300
Kiindulási beton víztartalma, kg/m^3	148,5	172,5	175	169	168	154	150

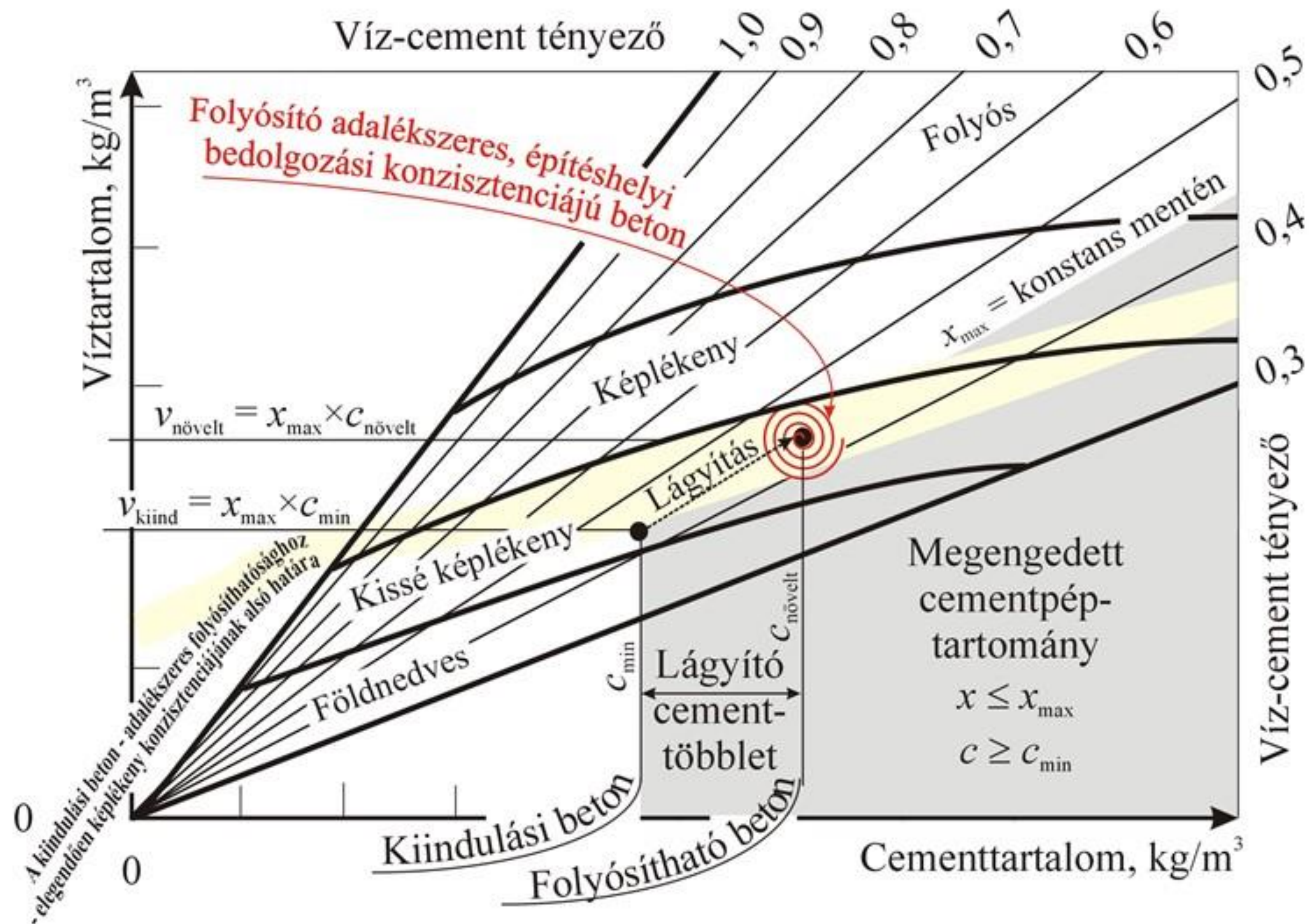
Környezeti osztály	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3
Víz-cement tényező, legfeljebb	0,50	0,45	0,45	0,55	0,50	0,45
Cementtartalom, legalább, kg/m^3	300	320	340	300	320	320
Kiindulási beton víztartalma, kg/m^3	150	144	153	165	160	144

Folytatás a következő diakockán

Az MSZ 4798:2016 és MSZ 4798:2016/2M:2018 szabvány szerinti környezeti osztályokhoz tartozó kiindulási betonok víztartalma (keverővíztartalma)

Környezeti osztály	XA1	XA2	XA3	XA4(H)	XA5(H)	XA6(H)
Víz-cement tényező, legfeljebb	0,55	0,50	0,45	Víz-(hatékony kötőanyag) tényező, legfeljebb		
				0,45	0,43	0,40
Cementtartalom, legalább, kg/m³	300	320	360	Hatékony kötőanyagtartalom, legalább/legfeljebb, kg/m³		
				320/336	330/346	345/362
Kiindulási beton víztartalma, kg/m³	165	160	162	144	141,9	138

Környezeti osztály	XK1(H)	XK2(H)	XK3(H)	XK4(H)	XV1(H)	XV2(H)	XV3(H)
Víz-cement tényező, legfeljebb	0,5	0,45	0,40	0,38	0,55	0,50	0,45
Cementtartalom, legalább, kg/m³	310	330	350	370	300	300	300
Kiindulási beton víztartalma, kg/m³	155	148,5	140	140,6	165	150	135



A kiindulási beton konzisztenciájának lágyítása a megkövetelt legkisebb cement-tartalomnak megfelelő kiindulási **cementtartalom (c_{min}) növelésével**, a megengedett legnagyobb **víz-cement tényező (x_{max}) megtartása mellett**, a kiindulási beton adalékszeres folyósíthatósága érdekében

Az MSZ EN szabványrendszer sajátsága, hogy az MSZ EN 206 betonszabvány szerinti nyomószilárdsági osztályához tartozó előírt átlagos nyomószilárdság ($f_{cm,cyl,(MSZ\ EN\ 206)}$) *nem azonos* az ugyanolyan jelű Eurode 2 szerinti nyomószilárdsági osztályhoz tartozó előírt átlagos nyomószilárdsággal ($f_{cm,cyl,(MSZ\ EN\ 1992\text{-}1\text{-}1)}$), azaz $f_{cm,cyl,(MSZ\ EN\ 206)} \neq f_{cm,cyl,(MSZ\ EN\ 1992\text{-}1\text{-}1)}$.

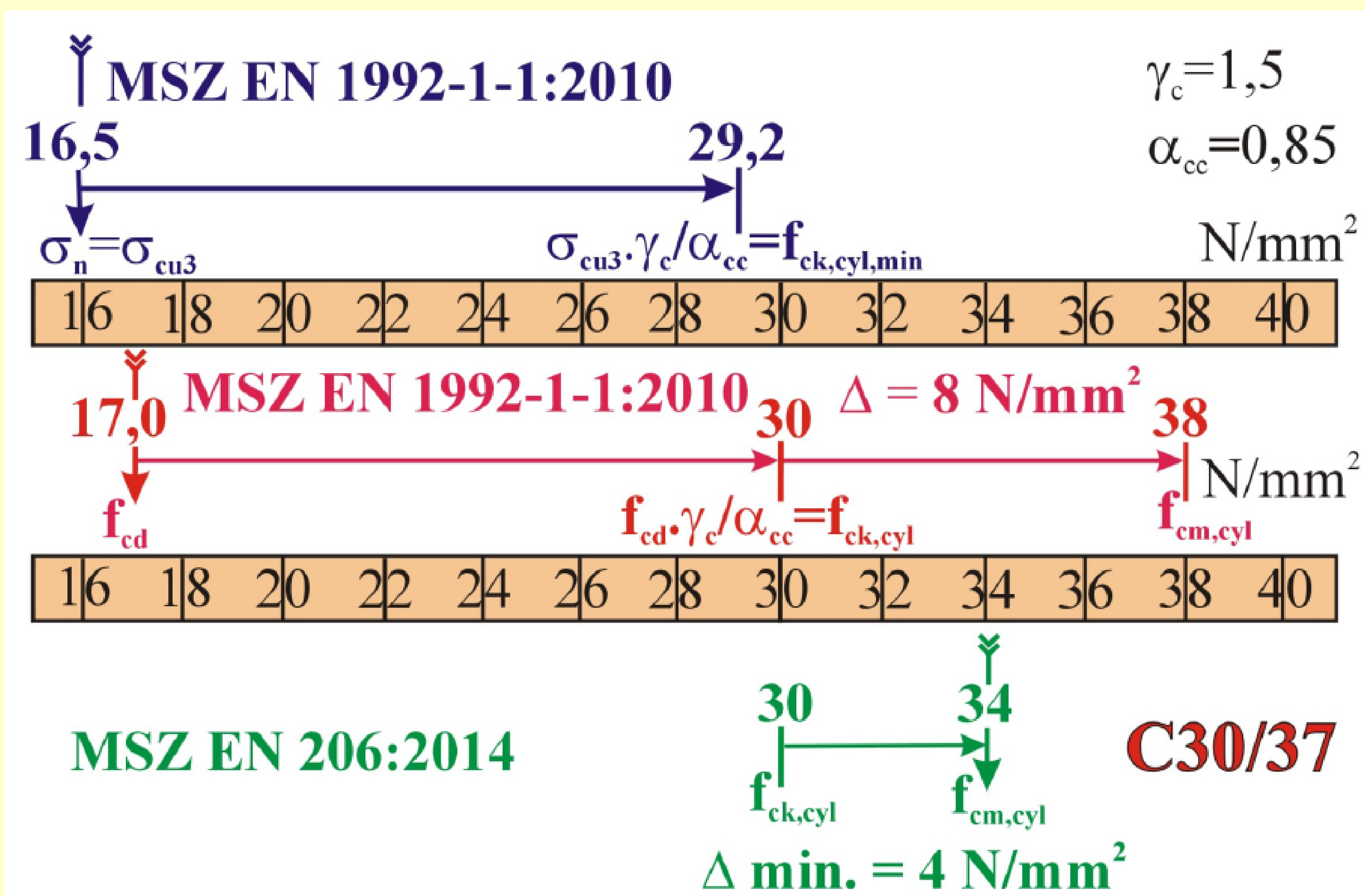
- **Amíg a példabeli C30/37 nyomószilárdsági osztályú beton előírt átlagos nyomószilárdsága az *MSZ EN 1992-1-1 Eurocode 2 szabvány szerint*:**

$$f_{cm,cyl,(MSZ\ EN\ 1992\text{-}1\text{-}1)} = f_{ck,cyl} = 30{,}0 + 8 = 38{,}0\ \mathrm{N/mm^2},$$

- **addig az ugyancsak C30/37 nyomószilárdsági osztályú beton *MSZ EN 206 és az MSZ 4798 szabvány alapszövege szerinti* előírt átlagos nyomószilárdsága**

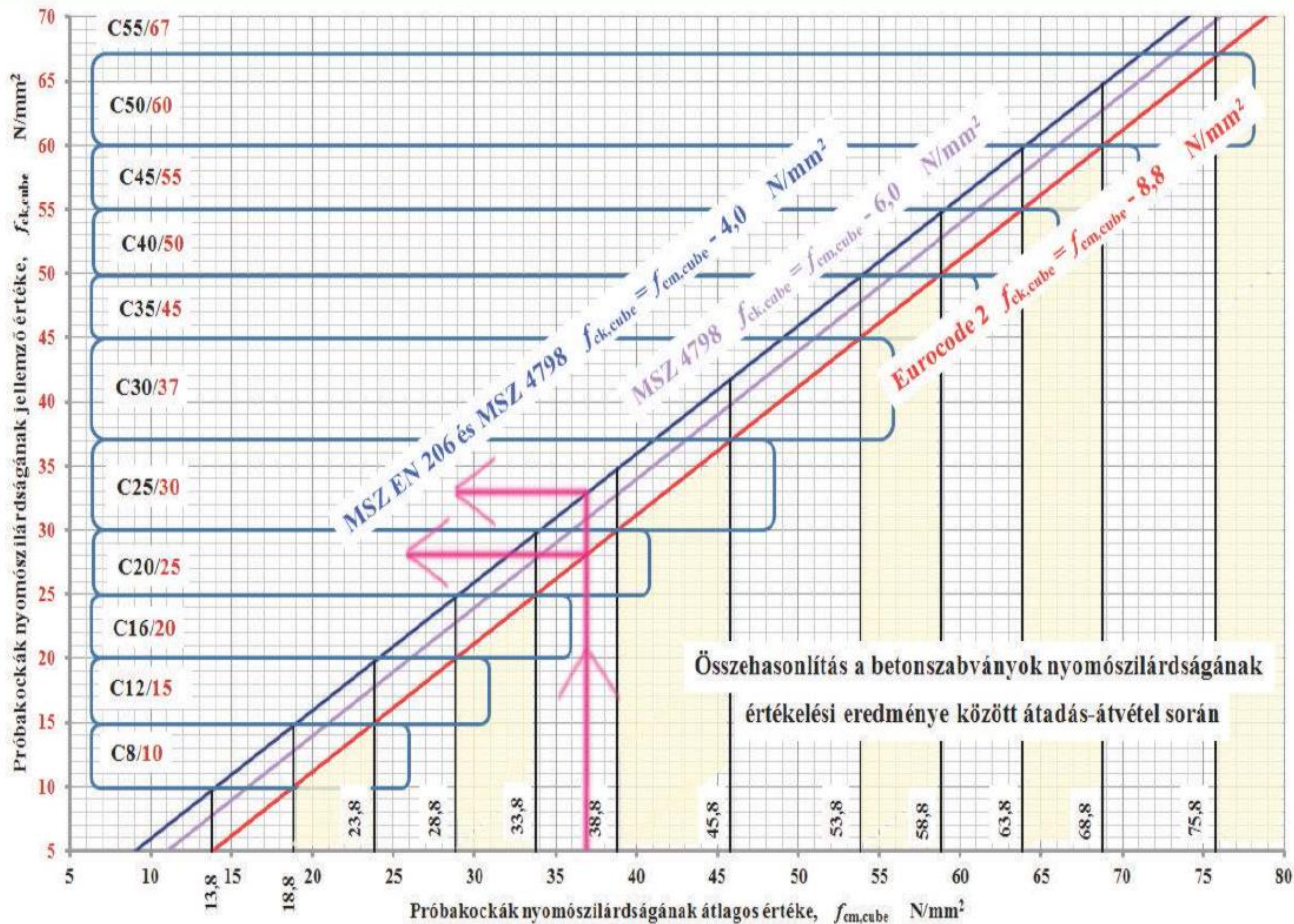
$$f_{cm,cyl,(MSZ\ EN\ 206)} = f_{ck,cyl} = 30{,}0 + 4 = 34\ \mathrm{N/mm^2}.$$

A beton nyomószilárdsága tervezési, jellemző és átlag értékének összevetése a tartós szilárdság figyelembevételével



γ_c **a beton σ_{cu3} nyomófeszültségének biztonsági (parciális) tényezője**

α_{cc} **a beton σ_{cu3} nyomófeszültségének a tartós szilárdság figyelembevételére szolgáló osztója, 100 év tervezési élettartamú szerkezetek esetén α_{cc} = 0,85**


C55/67
C50/60
C45/55
C40/50
C35/45
C30/37
C25/30
C20/25
C16/20
C12/15
C8/10
MSZ EN 206 és MSZ 4798 $f_{ck,cube} = f_{cm,cube}$ - 4,0 N/mm²
MSZ 4798 $f_{ck,cube} = f_{cm,cube}$ - 6,0 N/mm²
Eurocode 2 $f_{ck,cube} = f_{cm,cube}$ - 8,8 N/mm²
Összehasonlítás a betonszabványok nyomószilárdságának
értékelési eredménye között átadás-átvétel során
Próbakockák nyomószilárdságának jellemző értéke, $f_{ck,cube}$ N/mm²
Próbakockák nyomószilárdságának átlagos értéke, $f_{cm,cube}$ N/mm²
13,8
18,8
23,8
28,8
33,8
38,8
45,8
53,8
58,8
63,8
68,8
75,8

A nyomószilárdság elérendő (előírt) átlagértékének ($f_{cm,cyl}$) azért van jelentősége, mert *a betontechnológus az előírt átlagos nyomószilárdság alapján határozza meg a gyártásba veendő beton összetételét*. Az MSZ EN 206 szabvány, illetve az MSZ 4798 szabvány alapszövege szerinti előírt átlagos nyomószilárdságú ($f_{cm,cyl,(MSZ\ EN\ 206)}$) beton összetételénél fogva nem alkalmas az Eurocode 2 szabvány szerinti, ugyanolyan jelű nyomószilárdsági osztályhoz tartozó előírt átlagos nyomószilárdságú ($f_{cm,cyl,(MSZ\ EN\ 1992\text{-}1\text{-}1)}$) beton készítésére, mert beépítése esetén a beton szilárdsága és a szerkezet biztonsági tényezője kisebb, használati élettartama rövidebb lesz. tulajdonságai elmaradnak a hídszerkezeti beton szükséges tulajdonságaitól.

Ez abban is megmutatkozik, hogy amíg az 5%-os küszöbértékű, a megfelelőség határán lévő nyomószilárdságú betonok MSZ EN 1992-1-1 Eurocode 2 szerinti átadás-átvételi valószínűsége mintegy 50:50%, addig a szintén 5%-os küszöbértékű, a megfelelőség határán lévő nyomószilárdságú betonok MSZ EN 206 szabvány és az MSZ 4798 szabvány alapszövege szerinti átadásának, illetve átvételének valószínűsége 70% körüli, és az átvétel visszautasításának valószínűsége csupán 30% körüli érték.

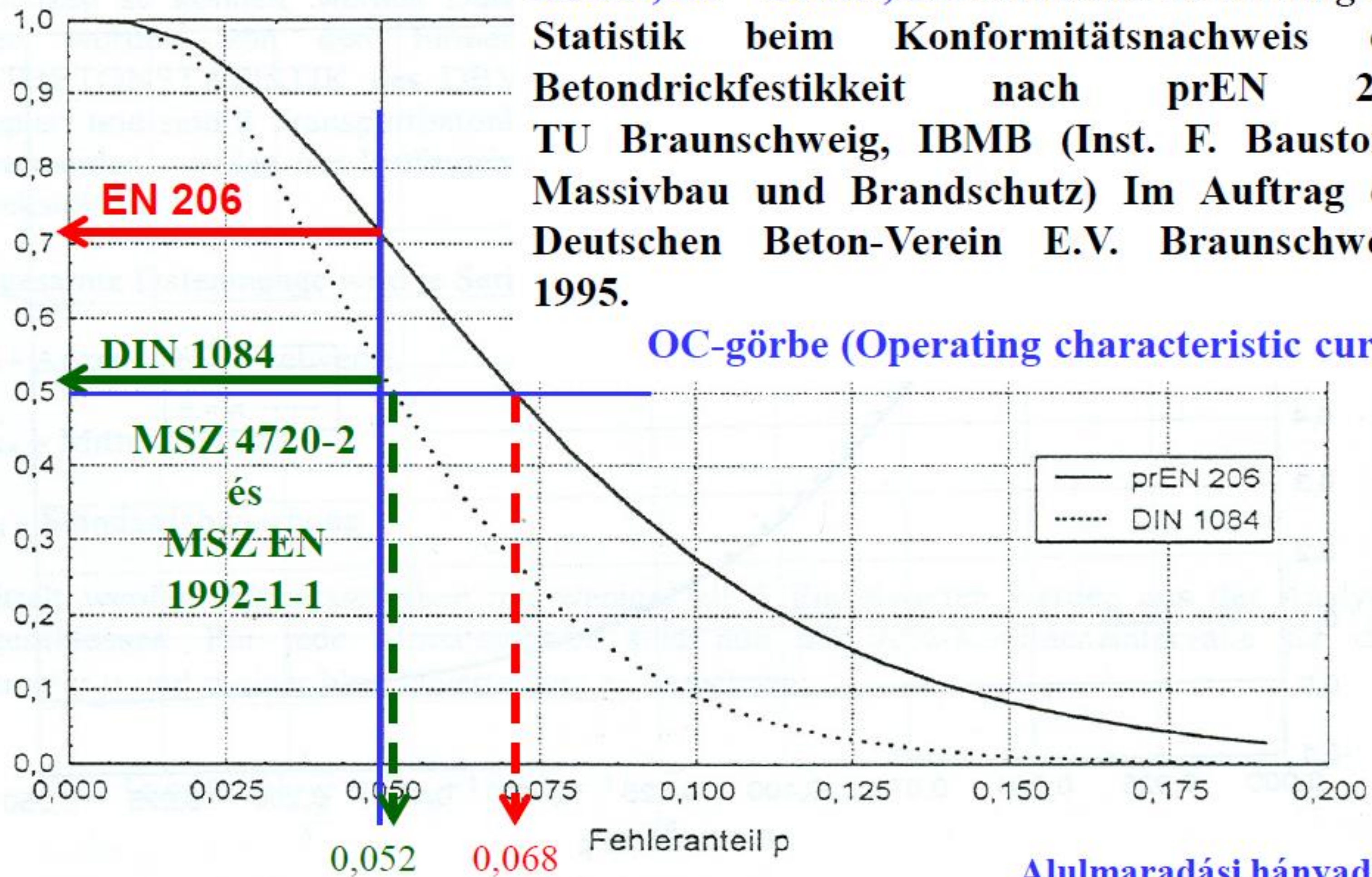


Bild 1: Annahmekennlinien zum Konformitätsnachweis nach prEN 206 und DIN 1084

Elfogadási jelleggörbe (OC-görbe) a megfelelőség igazolásához az EN 206, a DIN 1084 és az MSZ EN 1992-1-1 szabvány szerint

Ezért a hídszerkezeti betonok nyomószilárdságát nem az MSZ 4798 szabvány O melléklete, hanem P melléklete szerint kell értékelni, következésképpen ennek megfelelő minőségű betont kell a hídszerkezetek építéséhez megrendelni és a hídszerkezetbe beépíteni.

Az ilyen beton jelében a nyomószilárdsági osztály jele után fel kell tüntetni az AC_{50}(H) jelet.

A példabeli C30/37 nyomószilárdsági osztályú betont ebben az esetben a gyártó nem $f_{cm,cube} \geq f_{ck,cube}$ + 4 N/mm², hanem a C30/37 AC_{50}(H) minőséghez tartozó $f_{cm,cube} \geq f_{ck,cube}$ + 6 N/mm² átlagos nyomószilárdsággal fogja legyártani, amely esetben a beton szilárdsága megközelítheti az MSZ 1992-1-1 Eurocode szabvány szerinti hídszerkezeti betonok tervezett szilárdságát.

Ha a hídszerkezeti betonok tapasztalati nyomószilárdságának jellemző értékét a nyomószilárdság vizsgálati eredmények szórásának felhasználásával számítják ki, akkor a számításhoz alulmaradási tényezőként az MSZ 4798 szabvány NAD P1. táblázatában található *Student*-tényezőket kell használni.

Alulmaradási tényezők

Mintaszám *n*	Szabadságfok a *Student*-féle eloszlás esetén *n* - 1	*Student*-tényező t_n	*Taerwe*-tényező λ_n
	(*Stange – Henning*, 1966)		(*Taerwe*, 1986)
2	1	6,314	
3	2	2,920	2,67
4	3	2,353	2,20
5	4	2,132	1,99
6	5	2,015	1,87
7	6	1,943	1,77
8	7	1,895	1,72
9	8	1,860	1,67
10	9	1,833	1,62
11	10	1,812	1,58
12	11	1,796	1,55
13	12	1,782	1,52
14	13	1,771	1,50
15	14	1,761	*1,48*
20	19	1,729	
30	29	1,699	
∞	∞	*1,645*	

VÍZ ALATT

VEGYESEN

HENGER



$f_{ci,cyl} = 0{,}99 . f_{ci,cyl,H}$

$f_{ci,cyl} = 0{,}82 . f_{ci,cube}$

$f_{ci,cyl} = 0{,}81 . f_{ci,cube}$

$f_{ci,cyl} = 0{,}74 . f_{ci,cube,H}$

$f_{ci,cyl,H} = 0{,}79 . f_{ci,cube,200,H}$

$f_{ci,cyl,H} = 0{,}75 . f_{ci,cube,H}$

Ø150×300
Nem csiszolt

$f_{ci,cyl,H} = 0{,}82 . f_{ci,cyl,Ø100×200,H}$

Ø100×200
Nem csiszolt

$f_{ci,cyl,H} = 0{,}80 . f_{ci,cube,200,H}$

$f_{ci,cyl,H} = 0{,}74 . f_{ci,cyl,Ø100×100,H}$

Ø100×100
Nem csiszolt

$f_{ci,cyl,Ø100×100,H} = 1{,}08 . f_{ci,cube,200,H}$

HENGER

KOCKA





200

$f_{ci,cube} = 0{,}92 . f_{ci,cube,H}$

$f_{ci,cube,H} = 1{,}06 . f_{ci,cube,200,H}$

$f_{ci,cube} = 0{,}98 . f_{ci,cube,200,H}$

KOCKA

NYOMÓSZILÁRDSÁGI OSZTÁLY:
C8/10 - C16/20

TÁROLT

TÁROLT

VÍZ ALATT

VEGYESEN

HENGER



$f_{ci,cyl} = 0{,}98 \cdot f_{ci,cyl,H}$

$f_{ci,cyl,H} = 0{,}77 \cdot f_{ci,cube,H}$



$f_{ci,cyl,H} = 0{,}83 \cdot f_{ci,cyl,Ø100×200,H}$



$f_{ci,cyl,H} = 0{,}77 \cdot f_{ci,cyl,Ø100×100,H}$



HENGER

$f_{ci,cyl} = 0{,}81 \cdot f_{ci,cube}$

$f_{ci,cyl} = 0{,}83 \cdot f_{ci,cube}$

$f_{ci,cyl} = 0{,}75 \cdot f_{ci,cube,H}$

$f_{ci,cyl} = 0{,}81 \cdot f_{ci,cube,200,H}$

$f_{ci,cyl,H} = 0{,}83 \cdot f_{ci,cube,200,H}$

$f_{ci,cyl,Ø100×100,H} = 1{,}09 \cdot f_{ci,cube,200,H}$

KOCKA



150

$f_{ci,cube} = 0{,}92 \cdot f_{ci,cube,H}$



$f_{ci,cube,H} = 1{,}09 \cdot f_{ci,cube,200,H}$

$f_{ci,cube} = 1{,}00 \cdot f_{ci,cube,200,H}$

KOCKA

NYOMÓSZILÁRDSÁGI OSZTÁLY:

C20/25 - C50/60

TÁROLT

TÁROLT

VÍZ ALATT | VEGYESEN

HENGER

KOCKA

NYOMÓSZILÁRDSÁGI OSZTÁLY: C55/67 - C100/115

Ø150×300 — Nem csiszolt

Nem ajánlott

Ø150×300 — Nem csiszolt

150

150

$$f_{ci,cyl} = 0{,}84 \times f_{ci,cube}$$

$$f_{ci,cyl} = 0{,}77 \times f_{ci,cube,H}$$

$$f_{ci,cube} = 0{,}92 \times f_{ci,cube,H}$$

TÁROLT | TÁROLT

*A nyomószilárdságot az MSZ EN 12390-3 szerint kell meghatározni, azzal a kiegészítéssel, hogy azoknak a próbatesteknek a teherviselésre szánt felületét, amelyek **mérete vagy alakja** az MSZ EN 12390-1 előírásainak, illetve az MSZ EN 12390-3 szabvány B melléklete előírásainak **megfelel**, az MSZ EN 12390-3 szabvány 5. fejezete, illetve A melléklete szerint **kiigazítani indokolatlan** (értelmezésem szerint **nem szabad!**).*

*Az MSZ EN 12390-1 előírásainak, illetve az MSZ EN 12390-3 szabvány B melléklete előírásainak meg nem felelő méretű vagy alakú próbatestek csiszolással történő kiigazítása az MSZ 4798:2016 szabvány szerint **nem javasolt (nem szabad!)**, mert a korrekciós tényezőnek jelenleg nincs közmegegyezéssel elfogadott értéke.*

Az MSZ EN 12390-3 szabvány 5.2. szakasz első mondata úgy értelmezendő, hogy a nyomószilárdság vizsgálati próbatestek méretét az MSZ EN 12390-3 szabvány B melléklete szerint meg kell vizsgálni, és ha a próbatest mérete az MSZ EN 12390-1 szerinti méretekre előírt mérettűréseken kívül esik, akkor a próbatestet nyomószilárdság vizsgálat előtt vagy kalcium-aluminát cementhabarccsal vagy kénkeverékkel vagy homokdoboz módszerrel ki kell igazítani, vagy a nyomószilárdság vizsgálatból ki kell hagyni.

Kausay 53

Simított Csiszolt

Nyomott felület kialakítása	Felső lap simított (habarcsolva)	Felső lap csiszolt, alsó lapja natúr	Mind a két lap csiszolt
Végig víz alatt tárolt Φ150·300 mm méretű próbahengerek	Töréskor nem robbantak	Töréskor robbantak	Töréskor robbantak
Átlagos nyomószilárdság, N/mm^2	42,8	51,4	52,7
Nyomószilárdság, %	100,0	120,0	123,1
Szórás, N/mm^2	1,68	0,67	1,64
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00
Student-tényező, n = 3	2,92	2,92	2,92
Jellemző érték, N/mm^2	34,06	42,63	43,94
Nyomószilárdsági osztály	C30/37	C40/50	C40/50
Szórás a terjedelemből. N/mm^2	1,95	0,71	1,89
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00
Student-tényező, n = 3	2,92	2,92	2,92
Jellemző érték, N/mm^2	34,06	42,63	43,94
Nyomószilárdsági osztály	C30/37	C40/50	C40/50



Nyomott felület kialakítása	Felső lap simított (habarcsolva)	Felső lap csiszolt, alsó lapja natúr	Mind a két lap csiszolt
Végig víz alatt tárolt Φ150·300 mm méretű próbahengerek	Töréskor nem robbantak	Töréskor robbantak	Töréskor robbantak
Átlagos nyomószilárdság, N/mm^2	42,8	51,4	52,7
Nyomószilárdság, %	100,0	120,0	123,1
Szórás, N/mm^2	1,68	0,67	1,64
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00
Student-tényező, $n = 3$	2,92	2,92	2,92
Jellemző érték, N/mm^2	34,06	42,63	43,94
Nyomószilárdsági osztály	C30/37	C40/50	C40/50
Szórás a terjedelemből. N/mm^2	1,95	0,71	1,89
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00

A csiszolt Ø150×300 mm méretű próbahenger nyomószilárdságának jellemző értéke akár meg is haladhatja a 150 mm élhosszúságú próbakocka nyomószilárdságának jellemző értékét.

A nyomószilárdság vizsgálati szabványok sokszor és régóta hivatkoznak arra, hogy a hibás alakú próbatestek felületét csiszolni kell, de az újkori szabványok megfeledkeznek arról, hogy az egykori szabványok megírásának korára jellemző csiszolási technika az utóbbi 20 évben jelentősen fejlődött – dörzsvászonos lassú fordulatú csiszolástól a gyémánt szemcsés gyors fordulatú csiszolásig –, és ez a fejlődés nagy változást hozott a csiszolt felület minőségében.

Az 1970-1980-as évekbeli laboratóriumi csiszológépek forgótárcsájának fordulatszáma általában 150-300 ford/perc, átépítve legfeljebb 1200 ford/perc volt, és a forgótárcsára dörzsvásznat erősítettek. A próbatestet csiszolás közben általában kézzel nyomták a forgótárcsához (*lásd a következő két diakockát*).

A mai csiszológépek ezzel szemben legalább 3400 ford/perc fordulatszámú gyémánt-szemcsés tárcsával csiszolnak, mechanikájuk magasfokon szabályozott (*lásd a következő két diakockát*), következésképpen hatékonyságuk és pontosságuk messze meghaladja a mintegy ötven évvel ezelőtt gyártott gépekét, voltaképpen nem is csiszolnak, hanem políroznak.





Laboratóriumi betonpróbatest-csiszológép és tartozéka, a dörzsvászon az 1970-1980-as évekből

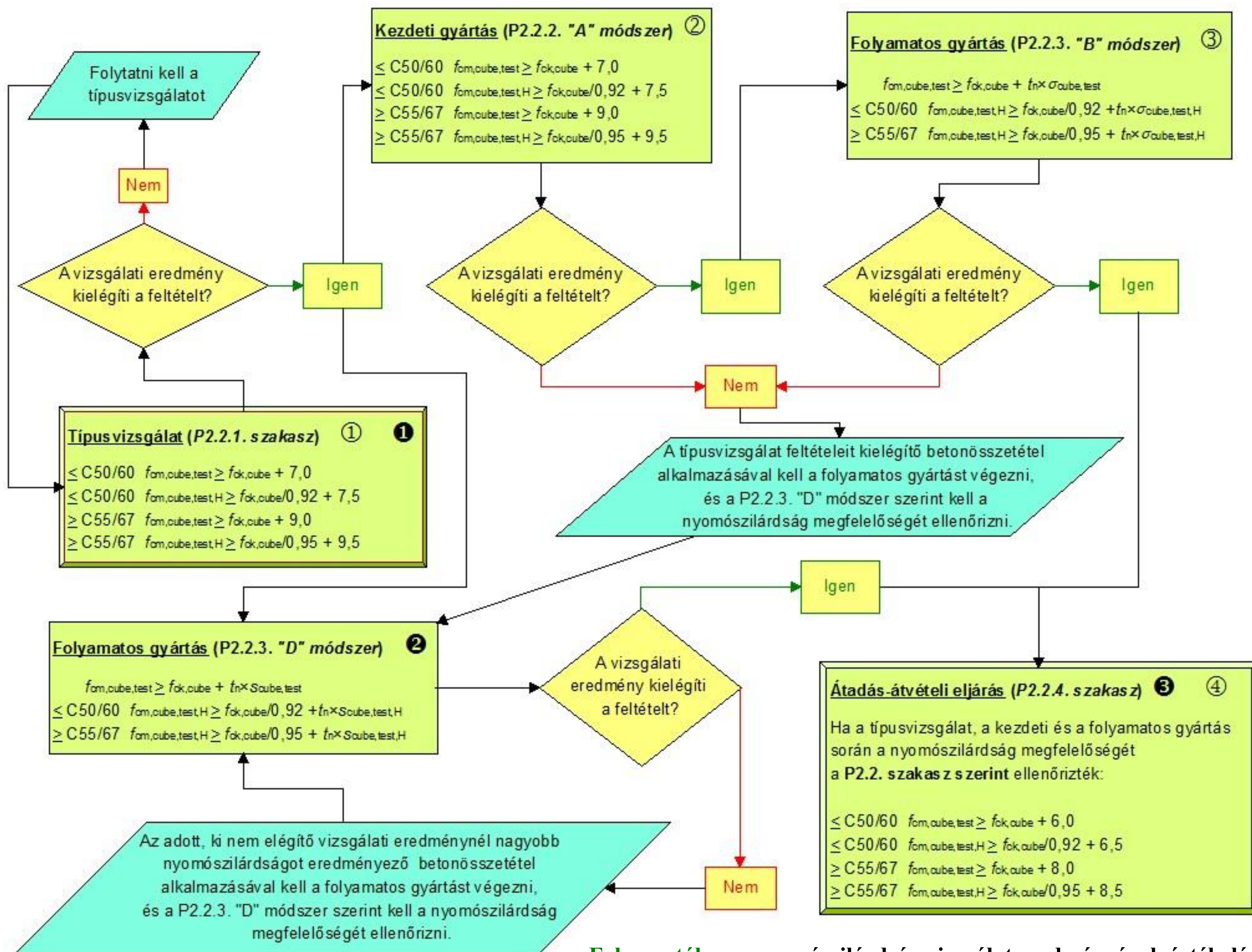
(http://riad.usk.pk.edu.pl és https://www.struers.com/zh-CN)



Példa
napjaink gyémánttárcsás laboratóriumi betonpróbatest-csiszológépére

(https://www.formtest.de)

Következtetés:
Csiszolt felületű próbatestek nyomószilárdságából a beton szabványos nyomószilárdságát és nyomószilárdsági osztályát meghatározni nem szabad!



Folyamatábra a nyomószilárdság vizsgálat eredményének értékelésére 50%-os elfogadási valószínűség mellett (MSZ 4798:2016 P melléklet)

Tisztelt Hölgyek és Urak!

Végül visszatérve az előadás első diakockájához,
írjuk fel annak a betonnak a jelét, amelynek a nyomószilárdságát
az MSZ 4798:2016 szabvány P melléklete szerint
50% elfogadási valószínűség mellett értékelték.

Nyomó-szilárd-sági osztály	Kör-nyezeti osztály	Leg-nagyobb szem-nagyság, mm	Konzisz-tencia	Tervezési élet-tartam	Szabvány száma

C30/37 – AC_{50} – XC3 – 24 – F3 – 100 év – MSZ 4798:2016

AC → Acceptante Characteristic = elfogadási jelleg

Tisztelt Hölgyek és Urak!

Végül visszatérve az előadás első diakockájához,
írjuk fel annak a betonnak ... szilárdságát
az MSZ 47...
50%...

Nyomó-szilárd-ság-oszt...		... vány száma

Köszönöm szépen
a szíves figyelmüket...

C30/37 – AC_{50} – XC3 – 24 – F3 – 100 év – MSZ 4798:2016

AC → Acceptante Characteristic = elfogadási jelleg